

Cultiver et protéger autrement

Florence Jacquet, Christian Huyghe, Robert Barouki, Frédéric Barraquand, Cédric Bertrand, Francois Cote, Jean Pierre J. P. Cravedi, Laurence Fontaine, Marie-Helene Jeuffroy, Pierre Labarthe, et al.

▶ **To cite this version:**

Florence Jacquet, Christian Huyghe, Robert Barouki, Frédéric Barraquand, Cédric Bertrand, et al.. Cultiver et protéger autrement : Alternatives aux phytosanitaires : mobiliser les leviers de l'agroécologie, du biocontrôle et de la prophylaxie pour une agriculture performante et durable. Propositions pour un Programme Prioritaire de Recherche.. [0] 2019. hal-02791792

HAL Id: hal-02791792
https://hal.inrae.fr/hal-02791792

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License







PROPOSITIONS POUR UN PROGRAMME PRIORITAIRE DE RECHERCHE

« CULTIVER ET PROTÉGER AUTREMENT »

Alternative aux phytosanitaires : mobiliser les leviers de l'agroécologie, du biocontrôle et de la prophylaxie pour une agriculture performante et durable

Secrétariat général pour l'investissement

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE ANR

INVESTIR L'AVENIR

INRA SCIENCE & IMPACT

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR, DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION

PROPOSITIONS POUR UN PROGRAMME PRIORITAIRE DE RECHERCHE

« CULTIVER ET PROTÉGER AUTREMENT »

Alternative aux phytosanitaires : mobiliser les leviers de l'agroécologie, du biocontrôle et de la prophylaxie pour une agriculture performante et durable

01

LES OBJECTIFS DU PROGRAMME

Ce programme prioritaire de recherche a été lancé à l'initiative du Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche et de l'Innovation et du Secrétariat Général pour l'Investissement. Action du troisième programme Investissements d'avenir et doté de 30 millions d'euros, il s'inscrit dans l'objectif du gouvernement d'aller vers une agriculture productive qui soit plus respectueuse de l'environnement et de la santé humaine ; il vise à accélérer la production de nouvelles solutions pour la sortie des produits phytosanitaires. Le pilotage scientifique en a été confié à l'INRA, et la réflexion a associé d'autres établissements de recherche (CNRS, Cirad, Universités...), les Instituts techniques et les acteurs économiques.

La réduction progressive de l'utilisation des pesticides répond à une demande sociétale forte, et constitue un objectif des politiques publiques et de programmation de la recherche au niveau national et européen. Des travaux de recherche et de recherche appliquée sont déjà en cours pour réduire l'utilisation des pesticides en agriculture depuis de nombreuses années. Ils sont soutenus par les politiques de recherche européennes, via le programme H2020, et nationales, en premier lieu le Plan Ecophyto. Ils permettent d'envisager d'ores et déjà une réduction de -20 à -30% des pesticides, résultats déjà obtenus chez certains agriculteurs. La généralisation à l'ensemble de l'agriculture de ces résultats est la priorité des politiques actuelles.

En complément de ces actions, les axes du PPR qui sont proposés visent à préparer l'étape suivante. On sait qu'il faut environ 10 à 15 ans pour que des projets de recherche aient un impact en termes d'innovation ou de changement de pratiques. Dans la perspective de préparer la période 2030-2040, l'objectif est de déployer des recherches fondamentales et d'élaborer des outils structurants dont les résultats construiront les solutions de demain pour réduire fortement et se passer des pesticides (substances chimiques et substances naturelles ayant un impact négatif sur l'environnement ou la santé). En s'appuyant sur les acquis et réseaux construits dans le cadre des programmes Ecophyto, nous fixons à la Recherche l'objectif de contribuer aux solutions permettant de produire efficacement sans pesticides en explorant des champs de recherche et de connaissances inédits. Ce cap ambitieux impose un changement de regard sur les priorités pour investir des fronts de science potentiellement porteurs d'innovations de rupture.

Le plan Ecophyto vise à réduire l'utilisation des produits phytosanitaires en France tout en maintenant une agriculture économiquement performante. Ce plan piloté par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation associe les ministères de la Transition Écologique et Solidaire, des Solidarités et de la Santé, de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation. Ce plan initié en 2008 après le Grenelle de l'environnement fait l'objet d'un comité de suivi interministériel. Le plan Ecophyto 2 a pris le relai du plan initial en juillet 2018.

La réflexion centrée sur les productions végétales, concerne l'agriculture française, de métropole et d'outre-mer, et l'ensemble des productions, annuelles et pérennes, herbacées et ligneuses.

02

LES PRINCIPES D'ACTION

Une réflexion structurée autour de 3 principes

PRIVILÉGIER LA PROPHYLAXIE

La protection des cultures telle que pratiquée aujourd'hui en France et dans le monde repose massivement sur les approches curatives, avec des produits de protection des cultures efficaces, appliqués à des doses homologuées, soit quand le bioagresseur (adventices, champignons pathogènes, insectes, ...) est visible, soit en application systématique, qualifiée parfois de préventive. Ainsi, on ne tient pas compte de la pression effective, car l'efficacité des produits utilisés est suffisante quelle que soit la pression. Cette approche conduit à ne pas chercher à réduire la pression des bioagresseurs en mobilisant des méthodes prophylactiques adaptées. Il est indispensable d'inverser l'approche en promouvant d'abord ce qui permet de diminuer la pression des bioagresseurs.

PROPHYLAXIE
En médecine, la prophylaxie désigne l'action préventive permettant d'éviter l'apparition, la propagation ou l'aggravation d'une maladie. En santé des plantes, la prophylaxie comprend l'ensemble des pratiques permettant de diminuer la pression des bioagresseurs (adventices, maladies, insectes...), notamment en favorisant les régulations biologiques.

UTILISER LES LEVIERS DE L'AGROÉCOLOGIE

En tant que discipline scientifique, l'agroécologie s'est construite par croisement entre l'agronomie et les sciences de l'écologie ; elle mobilise également les sciences sociales, en appui à la conception et la gestion d'agroécosystèmes durables. Un de ses principes de base est de rechercher l'augmentation de la biodiversité fonctionnelle pour renforcer les régulations biologiques et les services écosystémiques. Cette augmentation doit être considérée à différentes échelles spatiales, depuis la plante, la parcelle agricole, le système de culture jusqu'au paysage, et à différentes échelles de temps. L'agroécologie permet de se placer, non pas dans une approche de substitution aux pesticides, mais dans la mobilisation des leviers permettant d'augmenter les régulations biologiques et de limiter les bioagresseurs.

REPENSER LA CHAINE DE VALEUR

La diversification des systèmes de culture implique de repenser l'organisation des filières actuelles et de mettre en place de nouvelles filières de transformation et de commercialisation. La présence de couverts à forte diversité requiert souvent une nouvelle gestion de l'hétérogénéité des productions. La valorisation de la production sans pesticide et sans résidu passe par une identification et une reconnaissance par le consommateur des caractéristiques du produit. Cette évolution devra donc nécessairement mobiliser les différents acteurs de l'aval des filières agroalimentaires. Parallèlement, les secteurs d'amont, en particulier les entreprises de produits de biocontrôle et d'agroéquipements vont se transformer pour accompagner la transition. Une évolution des politiques publiques est également indispensable pour permettre ce changement.

03
LES ACTIONS PROPOSEES

Deux modes d'action sont proposés pour ce PPR. Un appel à projets sera lancé par l'Agence nationale de la recherche, sur différents axes et en plusieurs vagues, pour financer des projets de recherche sur des « fronts de sciences » et des outils structurants. Parallèlement, une animation intense en évènements à destination de la communauté scientifique et du monde agricole est proposée.

LES FRONTS DE SCIENCE

Plusieurs principes prophylactiques, mobilisables en production végétale, sont d'ores et déjà connus : diversifier les rotations, utiliser des variétés résistantes et compétitives vis à vis des mauvaises herbes, associer plusieurs variétés complémentaires sur ces caractères, cultiver simultanément plusieurs espèces dans une même parcelle, introduire des plantes de service en interculture et/ou associées à une culture de rente, raisonner le travail du sol pour maitriser les adventices, introduire et gérer des infrastructures agroécologiques pour favoriser les auxiliaires, raisonner les dispositions spatiales des cultures ou des espèces pérennes, etc. A ces pratiques agronomiques viennent s'ajouter les solutions offertes par le biocontrôle : utiliser pour protéger les plantes ou renforcer leurs défenses, des macro-organismes (insectes, nématodes, acariens...), des micro-organismes (virus, bactéries, champignons...), des médiateurs chimiques tels que les phéromones ou des substances naturelles d'origine minérale, végétale ou animale.

Cependant, ces grands principes prophylactiques et de renforcement des régulations biologiques ne sont aujourd'hui maitrisés que pour un petit nombre d'espèces et de systèmes de production, et on connaît mal les mécanismes qui les sous-tendent et qui pourraient permettre d'en généraliser les effets. Un des premiers objectifs est de renforcer les connaissances dans des domaines insuffisamment traités dans les recherches actuelles au travers des axes de l'appel à projets portant sur :

› Couverts végétaux à forte diversité fonctionnelle, microbiome et résistances des plantes pour des systèmes de cultures sans pesticides

Trois objectifs seront affichés dans cette première thématique en souhaitant de fortes interactions entre eux :

- comprendre les interactions plantes/plantes pour développer des couverts végétaux à forte diversité fonctionnelle
- étudier les relations au sein du microbiome pour comprendre et utiliser les effets des microorganismes sur la régulation des bioagresseurs
- identifier et exploiter de nouvelles sources de résistances des plantes en tenant compte de ces interactions

MICROBIOME

Le microbiote est l'ensemble des micro-organismes vivant dans un environnement spécifique (appelé microbiome). La surface aérienne ou racinaire des plantes ainsi que les tissus végétaux abritent une diversité de microorganismes. Cette biodiversité microbienne a des effets très importants sur la santé et la nutrition de la plante. Les recherches actuelles visent à mieux comprendre les interactions plantes-microorganismes et les interactions au sein du microbiome et à les utiliser en protection des cultures.

Mobiliser différentes solutions pour mettre au point des systèmes de production productifs et rentables, n'utilisant pas ou peu de pesticides, suppose des changements profonds des systèmes de cultures, des actions collectives de régulation des bioagresseurs et une valorisation de la production par les entreprises d'aval. Des méthodes de biocontrôle prometteuses sont actuellement développées mais méritent d'être déployées à plus grande échelle. Le numérique et les agroéquipements ont également un rôle important à jouer dans le déploiement des systèmes agroécologiques. Ils permettront de développer des outils innovants permettant la réalisation concrète d'une opération ou de rendre qualifiable, quantifiable et certifiable la durabilité de l'agroécosystème. Enfin, les motivations et stratégies des agriculteurs et des entreprises d'amont et d'aval, l'évolution du conseil et la production de connaissances actionnables pour les agriculteurs, et le rôle des politiques publiques sont des déterminants clefs de la transition.

Aussi, une autre thématique prioritaire porte sur les leviers agronomiques et socio-économiques permettant de concevoir et déployer des systèmes de cultures sans pesticides :

› Conception innovante des systèmes de cultures, déploiement du biocontrôle et leviers socio-économiques de la transition

Trois objectifs seront poursuivis :

- Conditions d'expression des effets positifs d'une diversité d'espèces agronomiques au champ, modalités de conduites techniques permettant de maximiser les bénéfices productifs et environnementaux des effets d'interaction, développement d'agroéquipements adaptés
- Régulation par introduction de macro et microorganismes ou de substances naturelles, auxiliaires des cultures et stimulation des défenses des plantes ; méthodes et organisations collectives à l'échelle de la parcelle ou du territoire visant à éviter l'émergence, le développement ou la dispersion des populations de bioagresseurs
- Conditions socio-économiques de la transition : conseil et accès aux connaissances actionnables, organisation du travail dans les exploitations, organisation des filières en aval de la production, comportements des consommateurs, politiques publiques.

LA CRÉATION D'OUTILS STRUCTURANTS

Afin de s'assurer de l'impact du programme et de doter la communauté scientifique nationale de ressources en termes d'infrastructures, des outils structurants pour la recherche et la recherche appliquée sont également ciblés.

› Des dispositifs augmentés d'épidémiosurveillance pour développer la prophylaxie

Un effort de recherche ciblé sur l'épidémiosurveillance sera mené afin de rendre possible la démarche préventive sur laquelle repose la prophylaxie. Celle-ci se fonde en effet sur la prise en compte du cycle des adventices, ravageurs et maladies, en identifiant les étapes sur lesquelles agir en vue de maintenir des trajectoires des populations dans des gammes acceptables. Le renforcement de la prophylaxie passe donc clairement par une généralisation et une automatisation des méthodes d'observation et de suivi biologique en temps réel.

La création d'un dispositif d'épidémiosurveillance nouveau reposera sur la mise au point de capteurs de nouvelle génération en réseau susceptibles de rendre compte, en temps réel, de la réalité biologique couverte par l'épidémiosurveillance ; de métriques et modélisations pour couvrir les trajectoires d'évolution des risques dans leur dimension dynamique temporelle et spatiale sur l'ensemble de la saison de culture et en tenant compte de la diversité des conditions environnementales ; de méthodes biostatistiques adaptées pour traiter la grande masse et la diversité des informations produites par les réseaux de capteurs, en les mettant en relation avec les données climatiques et modèles de croissance des cultures ; et enfin, de réseaux d'informations, permettant le déploiement de sites instrumentés, pour le partage des informations entre acteurs.

› Recherches en articulation avec les dispositifs expérimentaux et d'innovation « 0-pesticides »

Le PPR s'attachera à s'articuler et à exploiter scientifiquement les expérimentations et les initiatives locales sur les systèmes 0 pesticides, qui existent déjà à l'initiative d'acteurs de terrain, dans le cadre de dispositifs locaux d'innovation, et dans le cadre du Plan Ecophyto (DEPHY EXPE).

› Des infrastructures sur l'exposome chimique

L'usage des pesticides a conduit au fil du temps à l'accumulation des produits et de leurs dérivés dans différents compartiments de l'environnement. La caractérisation de l'exposome nécessite de combiner diverses méthodologies d'évaluation de l'exposition, comprenant des analyses d'échantillons biologiques, mais également la mesure de l'environnement de chaque individu, en utilisant les cohortes existantes, les observatoires environnementaux, les bases de données, les banques d'échantillons et potentiellement des capteurs connectés. Elle nécessite des approches nouvelles, des développements méthodologiques importants et des infrastructures performantes. Pour cela, le développement et la création d'infrastructures de haut niveau capables d'accompagner la transition des pratiques agricoles en répondant aux questions complexes de la multiexposition aux produits phytosanitaires et leurs métabolites et plus généralement aux contaminants environnementaux est à développer.

EXPOSOME
Le concept d'exposome regroupe l'ensemble des expositions à des facteurs environnementaux abiotiques que subit un organisme humain de sa conception (en passant par le développement *in utero*) à sa fin de vie. Il permet de cerner les causes complexes de maladies liées à l'environnement.

PROPOSITIONS POUR L'ANIMATION DU PPR

› Gouvernance

L'INRA assurera le pilotage scientifique du programme en concertation avec l'Agence nationale de la recherche, l'ensemble des établissements de recherche et les acteurs socio-économiques concernés, et avec l'appui d'un conseil scientifique international. Cette gouvernance aura pour objet de conforter les relations avec les initiatives de recherche et recherche appliquée visant à réduire l'usage des pesticides, notamment au niveau national avec le plan Ecophyto 2+ et ses instances de gouvernance scientifique, et au niveau européen.

› Prospective « Agriculture européenne sans pesticides »

Une prospective « Agriculture européenne sans pesticides » devra être lancée. Elle jouera un rôle de structuration des réflexions et d'animation au sein du PPR. L'élaboration de scénarios, qui alimenteront un exercice de modélisation à l'horizon 2050, s'appuiera sur les hypothèses et les résultats attendus des projets de recherche financés par le PPR et sur des synthèses des connaissances scientifiques. La prospective permettra également de s'interroger sur les trajectoires de transformation de l'agriculture européenne à cet horizon.

› Synthèses scientifiques

Il y a un manque, reconnu par tous, de ressources et de connaissances actionnables pour accompagner les agriculteurs dans la transition vers des systèmes « 0-pesticides ».

Aussi, des synthèses des connaissances scientifiques déjà disponibles et de celles qui seront produites par les projets financés dans le cadre du PPR seront réalisées tout au long du programme, dans le double objectif de diffusion scientifique au niveau international et de productions de connaissances pour les agriculteurs et professionnels. Elles viendront alimenter les dispositifs de transfert de la connaissance, tel le centre de ressources GECO ou le dispositif des Certificats d'Economie de Produits Phytopharmaceutiques.

› Colloques

Des colloques thématiques seront organisés chaque année sur les thématiques du PPR afin d'échanger à la fois avec les scientifiques des autres pays européens et également sur le terrain, avec les professionnels, pour diffuser les résultats obtenus, enrichir les problématiques du programme et le faire évoluer.

› Evaluation de l'impact du PPR

L'impact du programme de recherche sera évalué tout au long de son déroulement, suivant une méthode de « chemins d'impacts », méthode élaborée à l'Inra et largement utilisée pour analyser des impacts de la recherche agronomique (Projet Asirpa). Alors que l'évaluation de l'impact de la recherche est jusqu'ici réalisée ex post, il s'agira cette fois-ci de la réaliser en temps réel *(in itinere)*. Cette évaluation permettra d'identifier les difficultés rencontrées, de réajuster les activités et modalités de conduite du programme et des projets par rapport aux objectifs et à la maximisation de l'impact sociétal du programme.

Moyens engagés par l'État :
ce programme prioritaire de recherche sera financé à hauteur de 30 M€
par le 3ème programme d'investissements d'avenir.

EXEMPLES D'IMPACTS ATTENDUS

- des connaissances mobilisables par les agriculteurs sur les cultures associées, les plantes de service et les cultures de diversification.
- une gestion collective des bioagresseurs, à l'échelle du paysage.
- de nouvelles sources et nouveaux mécanismes de résistances (traits et zones génomiques) dans les ressources génétiques disponibles et dans de nouvelles ressources à prospecter.
- de nouveaux traits génétiques pour les plantes de service (couverture en plante compagne, plante rotation).
- le développement des méthodes et produits de biocontrôle et leur intégration dans les systèmes de culture.
- des agroéquipements permettant la conduite, depuis le semis à la récolte, des peuplements hétérogènes à forte diversité fonctionnelle.
- une capacité accrue des acteurs de R&D et de conseil agricole à produire des connaissances robustes et pertinentes pour accompagner les agriculteurs dans des trajectoires de réduction des pesticides.
- un dispositif d'épidemiosurveillance basé sur des informations produites par des réseaux de capteurs mises en relation avec les données climatiques et modèles de croissance des cultures, associé à des technologies d'intelligence artificielle et accessible à tous.
- une caractérisation de l'exposome chimique de la population française à différents stades de la vie prenant en compte les produits phytopharmaceutiques.

QUELQUES EXEMPLES
DE VOIES À GÉNÉRALISER, ILLUSTRÉS PAR DES RÉSULTATS ACQUIS



DES CÉPAGES RÉSISTANTS EN VIGNE

L'Inra s'est engagé dans un programme de création de variétés possédant une résistance durable aux principales maladies fongiques de la vigne. Ce projet a déjà conduit à l'inscription au catalogue officiel de quatre variétés dotées de résistances polygéniques naturelles au mildiou et à l'oïdium, et dont la qualité des vins est d'un niveau équivalent à celle des cépages traditionnels. Ces variétés ouvrent la voie vers une viticulture performante plus respectueuse de l'environnement, en permettant de réduire de façon drastique l'utilisation des produits phytosanitaires. En effet, dans les dispositifs aujourd'hui déployés chez les agriculteurs, elles présentent une résistance totale à l'oïdium et élevée au mildiou, permettant de réduire de 80% et 90% les traitements de fongicides.



PLANTES DE SERVICE ET CULTURES COMPAGNES

L'INRA et Terres Inovia développent des travaux sur des légumineuses annuelles plantes compagnes du colza. Semés conjointement en fin d'été, le colza et ses plantes compagnes croissent ensemble pendant l'automne jusqu'aux gels hivernaux. Les plantes compagnes implantées sont sensibles au gel, et sont détruites naturellement par le froid pendant l'hiver. Pendant la phase de croissance automnale, colza et plantes compagnes concurrencent efficacement les mauvaises herbes vis-à-vis des nutriments et de la lumière. A l'entrée de l'hiver, la présence de plantes compagnes a permis de réduire de moitié la biomasse des mauvaises herbes. De plus, les légumineuses en modifiant le paysage olfactif réduisent significativement les attaques de grosses altises. A la récolte, les plantes compagnes légumineuses, comme la fèverole seule ou en mélange avec la lentille, ont conduit à une augmentation du rendement du colza, tout en ayant permis de réduire les apports en azote.



LIVING LABS ET ÉVOLUTION DU CONSEIL POUR FAVORISER LA RÉDUCTION DES PESTICIDES

De nouvelles conceptions d'innovations ouvertes et interactives sont à l'œuvre dans les agricultures européennes. Le projet européen « Agricultural Knowledge: Linking farmers, advisors and researchers to boost innovation » vise à mieux comprendre le conseil et son évolution dans la perspective d'accompagner la transition agro-écologique. Pour cela, il met en place des Living Labs, rassemblements d'acteurs publics, privés ou associatifs travaillant ensemble pour créer, valider et tester de nouvelles idées, des services ou des technologies, dans les conditions réelles de leur utilisation. Des chercheurs, des conseillers, des agriculteurs et d'autres acteurs développent de nouveaux outils et services pour mieux connecter recherche et pratique. Les Living Labs permettront également de progresser sur les méthodes de co-création dans une perspective multi-acteurs.

Conception&Réalisation : Inra-Direction de la Commnication-Inra /photos : ©Inra











CONTACT : presse@inra.fr